

Список публикаций:

- [1] Татаренко, А.С. Исследование магнитоэлектрических фильтрующих СВЧ устройств с электрическим управлением на основе слоистых феррит-пьезоэлектрических материалов: автореф. дис. на соиск. учен. степ. к.т.н.: 05.27.01/ Татаренко Александр Сергеевич. – Великий Новгород: 2006., - 122 с.
- [2] Гуревич, А.Г. Магнитный резонанс в ферритах и антиферромагнетиках / А.Г. Гуревич. –М: Наука, 1973. – 593 с.

Гистерезисные свойства тонких пленок сплава FeSiCuNbMoB

Михалицына Евгения Александровна

Катаев Василий Анатольевич, Путинцев Александр Данилович

Уральский федеральный университет имени первого президента России Б. Н. Ельцина

Институт естественных наук и математики

Катаев Василий Анатольевич, к.ф.-м.н.

Evgenia.mihalitsyna@urfu.ru

Сплавы системы Fe-Si-Cu-Nb-B, имеющие коммерческое название Finemet, известны своими магнитомягкими свойствам, определяющимися высокими индукцией насыщения и проницаемостью, малыми коэрцитивной силой и магнитными потерями [1]. Указанные свойства сплавов типа Finemet реализуются благодаря особому структурному состоянию, характеризующемуся зернами α -FeSi со средним размером 10 нм, расположенными в аморфной матрице. Магнитная мягкость, в соответствии с моделью случайной анизотропии [2], достигается за счет усреднения локальной анизотропии. В последние десятилетия, наряду с аморфными и нанокристаллическими лентами, внимание привлекли тонкие пленки, которые могут служить подходящей функциональной средой для магнитных датчиков на основе гигантского магнитного импеданса [3].

В данной работе исследованы тонкие пленки сплава $\text{Fe}_{72.5}\text{Si}_{14.2}\text{Cu}_{1.1}\text{Nb}_2\text{Mo}_{1.5}\text{B}_{8.7}$ толщиной от 10 до 200 нм, полученные методом высокочастотного ионно-плазменного распыления. В качестве подложки был использован монокристаллический кремний с предварительно нанесенным слоем SiO_2 толщиной 100 нм. Магнитные свойства были исследованы методами вибрационной магнитометрии и магнитооптической микроскопии на основе эффекта Керра.

На рис. 1 представлены петли гистерезиса для пленок разной толщины в состоянии после получения, измеренные вдоль оси легкого намагничивания на одних и тех же образцах. Целью работы являлось сравнить объемные свойства, полученные магнитометрическим методом, и поверхностные свойства, полученные магнитооптическим методом, который позволяет получать сигнал с нескольких десятков нанометров на поверхности образца.

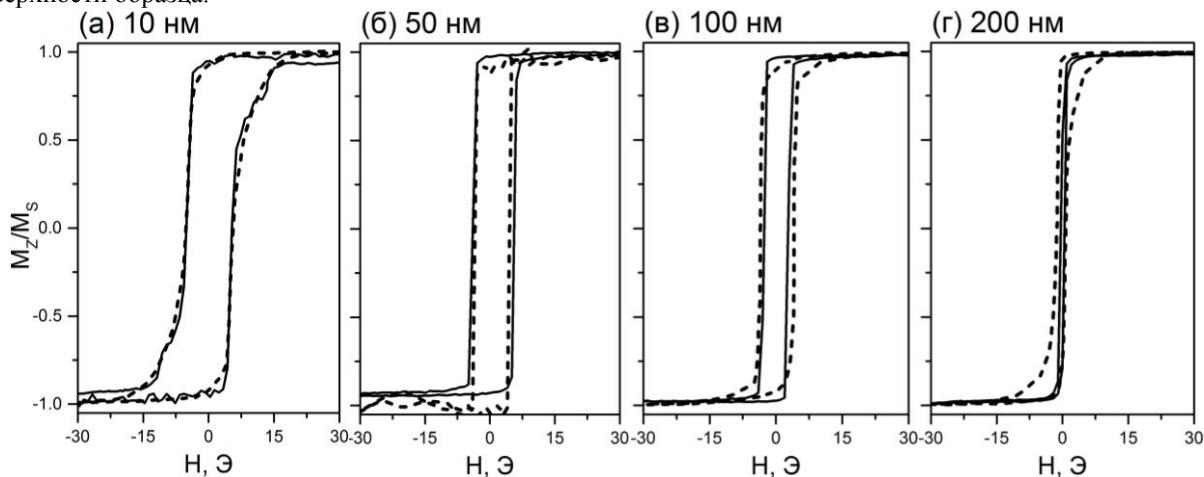


рис.1 Петли гистерезиса пленок толщиной 10 (а), 50 (б), 100 (в) и 200 (г) нм, измеренные с помощью вибрационного магнитометра (сплошная линия) и магнитооптического микроскопа (пунктирная линия).

Для пленок толщиной 10 и 50 нм петли, измеренные разными методами, совпадают. Данные пленки остаются оптически прозрачными до толщины порядка 50 нм. Следовательно, в этом случае сигнал измеряется со всего образца. Для пленок толщиной 100 и 200 нм наблюдается различие в виде петель гистерезиса. Пленки, измеренные магнитооптическим методом, обладают большей коэрцитивной силой и имеют менее прямоугольную форму петли гистерезиса. Вероятно, это связано с влиянием поверхности, которая обладает

шероховатостью. Шероховатость затрудняет смещение доменных стенок, и возникающие из-за нее поля рассеяния могут приводить к дисперсии намагниченности, в результате чего на петлях наблюдаются участки, характерные для вращения намагниченности.

Список публикаций:

- [1] Y. Yoshizawa // *J. Appl. Phys.*, 64, 6044 (1988).
- [2] G. Herzer // *Mater. Sci. Eng. A*, 133, 1 (1991).
- [3] W. Wang // *Thin Solid Films*, 484, 299 (2005).

Реализация обменного смещения в тонких пленках $\text{Ni}_x\text{Mn}_{100-x}/\text{Fe}_{20}\text{Ni}_{80}$

Москалев Михаил Евгеньевич

Лепаловский Владимир Николаевич, Кулеш Никита Александрович, Васьковский Владимир Олегович

Уральский федеральный университет

Лепаловский Владимир Николаевич, к.ф.-м.н.

moskalyov_m@mail.ru

Тонкие пленки являются одной из удивительных наносистем, столь активно изучаемых в наше время. Их толщины L , как правило, не превышают сотен нанометров, что приводит к необычным свойствам и, следовательно, новым (по сравнению с массивными материалами) областям применения. Магнитные тонкие пленки, в силу электростатических обменных взаимодействий, позволяют путем простого комбинирования слоев менять их магнитные свойства. Яркий пример – многослойные пленки, в которых соседствуют слои ферромагнитных (ФМ) и антиферромагнитных (АФМ) материалов. В интерфейсе такой системы происходит обменное взаимодействие между спинами ФМ и АФМ электронов. Как следствие, анизотропия может вести себя нестандартным образом – быть однонаправленной. Это явление принято называть обменным смещением, так как петля гистерезиса такой структуры может быть смещена относительно нулевого внешнего магнитного поля.

Обменное смещение выступает основополагающим фактором для многих практических применений. В их ряду спиновые клапаны и магнитные туннельные переходы, обширное использование находят магниторезистивные и магнитоимпедансные датчики. Стоит отметить, что для всех этих систем есть естественный ограничитель их применимости. В силу зависимости магнитного упорядочения от тепловых движений, при некоторой температуре T_B , называемой температурой блокировки, обменное смещение пропадает.

Практической задачей является поиск систем с более высоким значением T_B . Этот параметр в первую очередь зависит от материала АФМ. Эксперименты указывают, что системы с АФМ слоем Ni-Mn более устойчивы к высоким температурам. Однако, из-за специфики получения тонких пленок, Ni-Mn имеет тенденцию к формированию парамагнитной ГЦК-структуру. Антиферромагнетизм же проявляется при формировании ГЦТ-структуры. Реализация нужной ГЦТ-структуры возможна после отжига пленок в технологическом магнитном поле.

Изучаемые образцы $\text{Ta}(5)/\text{Fe}_{20}\text{Ni}_{80}(40)/\text{Ni}_x\text{Mn}_{100-x}(20)/\text{Ta}(5)$ были получены методом магнетронного распыления на установке ORION-8 (в скобках указаны толщины слоев в нм). Содержание Ni x в слое Ni-Mn варьировалось от 15 до 75%. Контроль состава осуществлялся с помощью рентгеновского флуоресцентного спектрометра Rigaku Nanohunter. Для изучения влияний термомагнитной обработки и формирования ГЦТ-структуры Ni-Mn, образцы подвергались отжигу длительностью $t=1$ ч при температурах T_A от 250 до 400°C.

На *рис. 1*. представлены петли гистерезиса образца с $x=40\%$ до (а) и после (б) отжига, полученные магнитооптическим методом. Сдвиг петли гистерезиса принято называть полем смещения H_{EX} , коэрцитивная сила H_C такого образца отсчитывается от H_{EX} . Можно заметить, что отжиг привел не только к появлению H_{EX} , но и к росту H_C образца. Это может быть связано с диффузией компонент в соседние слои. Этот вопрос требует дополнительных исследований с применением рентгеноструктурного анализа.